

R. N. YONG & B. P. WARKENTIN

Soil Properties and Behaviour*Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam—Oxford—New York, 1975.*

Az utóbbi években a talajfizika és a talajmechanika területén bekövetkezett nagyarányú fejlődés két, egymáshoz szorosan kapcsolódó tényezőnek a következménye. A technikai fejlődés lehetővé tette olyan tulajdonságok közvetlen mérését, ezakt és pontos meghatározását, amelyekre vonatkozóan eddig csak közvetett módszerek, sok esetben pedig csupán érzékszervi vizsgálatokra, megfigyelésekre alapozott becslési eljárások álltak rendelkezésre. A fizikai és matematikai modellezés valamint a számítógéptechnika fejlődése ugyanakkor lehetőséget nyújtott e minőségileg új adatanyag korszerű feldolgozására, értékelésére. Így egyes talajtulajdonságok kvantitatív jellemzése, egyes talajfolyamatok ezakt leírása reális lehetőséggé vált. YONG és WARKENTIN munkája — amely a geotechnikai tudományok területén elért új eredményeket bemutató sorozat 5. köteteként jelent meg — ezen korszerű ismeretek szisztematikus összefoglalására tett sikeres kísérletet. Annak ellenére, hogy a könyv elsősorban a geotechnika, talajmechanika és talajfizika területén működő mérnökök, tervezők és kutatók számára nyújt alapvető anyagot, igen eredményesen használhatják azt a talajtan egyéb területein működő szakemberek is. A munka ugyanis példamutatóan tömör és szabatos összefoglalást nyújt a talajmineralógia és talajfizika szakterületéről. Különös értéke a fejezetek következetesen logikus szerkezeti felépítése (definíciók; jelenség, folyamat elméleti megközelítése; mérési módszerek; adatok értékelése és interpretálása), valamint a mondanivalót szemléletesen alátámasztó, jól szerkesztett és válogatott táblázat, ábra és fényképanyag. A 450 oldal terjedelmű munka 11 fejezetre tagolódik.

A szerzők már az 1. fejezet bevezetőjében rámutatnak arra, hogy mivel a talaj

szilárd, folyadék és gázfázisa egymással bonyolult, térben és időben állandóan változó kölcsönhatásban van, nagyon nehéz a talaj tulajdonságait meghatározó, bizonyos jól mérhető és pontosan definiálható paraméterek kiválasztása. Fizikai szempontból mindenesetre ilyennek tekinthető a súly, a térfogat, a szilárd fázist alkotó elemi szemcsék, mikro- és makroaggregátumok alakja, mérete, térbeli elrendeződése és anyagi minősége, állapota, stabilitása, az ezek által meghatározott pórusméret-eloszlás, illetve a három fázis aránya és térbeni megoszlása. Egyebek mellett ezek határozzák meg a talajok olyan mechanikai tulajdonságait is, mint a nyírási ellenállás, komprimálhatóság, kötöttség, fagyérzékenység, stb. Sajátságos és talajtani szempontból több ponton is vitatható, ahogy a szerzők a mállási és talajképződési folyamatokat közelítik meg, a geológiai üledékek, illetve a talajok osztályozását geotechnikai szemszögből értékelik. Értékes viszont az a jól tagolt, könnyen áttekinthető, szemléletes összefoglalás, amelyet a talaj ásványi részének elemzéséről nyújtanak. Ismertetik a mechanikai összetétel meghatározásának, az adatok interpretálásának, valamint a talajok szemese-összetétel szerinti csoportosításának módszereit, határértékeit. Fizikai definícióját adják a háromfázisú talaj fázisviszonyainak, továbbá konzisztenciahatárainak (zsugorodási határ, folyási határ, plaszticitási index).

A 2. fejezetben a szerzők a talajban lévő agyagásványokkal foglalkoznak. Élesen (és helyesen) kritizálják, hogy az „agyagásvány” fogalmat a szakirodalomban plasztikus tulajdonságokkal rendelkező, geológiai képződményekre, bizonyos szemcseméret frakcióra (itt $<0,002$ mm) és a kristályos felépítésű alumíniumszilikátokra egyaránt használják. Pontos definíciók alapján az agyagásvány megjelölést

következetesen csak ez utóbbiakra alkalmazták. Világos és jól áttekinthető az agyagásványok szerkezetével foglalkozó rész. Az ábrákkal jól illusztrált leírás mellett táblázatban foglalják össze az agyagásványok rétegtípusait, főbb csoportjait, ásványi alkotórészeit, telítettség viszonyait, és az izomorf helyettesítéseknél számbajöhető kationokat. A talajban előforduló agyagásványok közül a kaolinit, a klorit, a csillámok, a montmorillonit, a vermikulit, a közberőtegzett ásványok, az allofán, az attapulgit és az agyagásvány keverékek csoportjait ismertetik, mindenütt kiragadván a legjellemzőbb tulajdonságokat. Anélkül, hogy a fejezet értékét vitatnánk, meg kell jegyezni, hogy az az agyagásványok mállásáról — mint a talajképződés egy igen fontos részéről — az indokoltan lényegesen vázlatosabb képet nyújt. Tény, hogy JACKSON 1963-ban publikált és itt is idézett munkája korszakalkotó volt és ma is alapként szolgál, de jelenlegi ismereteink szerint ma már nem elégséges. Az agyagásványoknak a Föld talajaiban történő előfordulásáról közölt táblázat csak a kaolinitet, kloritot, csillámot, montmorillonitot és allofánt sorolja fel, amely természetesen csak nagyon tájékoztató jellegű lehet és csak bizonyos tendenciák kifejezésére nyújt lehetőséget.

Az agyagásványok meghatározására szolgáló analitikai lehetőségekről nagyon jó összefoglalót kapunk. A szerzők tájékoztatnak a bolygatatlan és kezelt minták elemzési lehetőségeiről, az ultrahangos dezintegrálástól kezdve a különböző műszeres vizsgálatokig. Majd külön is kitérnek a röntgendiffrakció (fizikai és geometriai alapok; előkészítés; mérés; kiértékelés), a termikus analízis (mérés és mérőműszerek elve; előkészítés; kiértékelés) és az infravörös spektroszkópia (módszer elve; néhány jellemző frekvenciaérték) technikájára.

A fejezet fizikokémiai részében utalásokat találunk az agyagásványok felületi viszonyaira (alaktól függő fajlagos felületére és ennek fáziskölesönhatás következményeire), hidratációjára, elektromos töltéeloszlására, a kicserélhető kationokra, a diffúz ionrétegekre, azok jellemző paramétereire vonatkozóan. Itt nyújtanak áttekintést a szerzők a szilárd fázis részecskéi közötti kölesönhatásokról (vonzástasztítás, flokkuláció és diszperzió), definiálják a plaszticitás fogalmát, felvázolják az azt befolyásoló tényezők mechanizmusát, interpretálják az annak jellemzésére használt különböző plaszticitási paramétereket, végül kitérnek a reotrópia jelenlétére és ennek talajmechanikai következményeire.

A 3. fejezet a talaj felépítésének és szerkezetének geometriáját, és az ebből adódó tulajdonságokat tárgyalja jól áttekinthető, szemléletes ábra- és képanyaggal. A szerzők — helyesen — megkülönböztetik a durvább vázrészek, illetve az agyag elemi szemcséinek térbeli elrendeződését („packing” — „fabric”). Modelleket mutatnak be különböző geometriájú elemi szemcsék elrendeződési lehetőségeire, s a szemcsés anyag ebből következő tömörségére, porozitására. A „fabric” osztályozásán belül makroszkópikus, mikroszkópikus és ultra-mikroszkópikus szintet különböztetnek meg és ezeket részletesen jellemzik (hatóerő, nagyobb szerkezeti egységek képződésének lehetőségei és stabilitása, izotrópia mértéke, stb.). Talajtani szempontból különösen értékes a szilárd fázist alkotó különböző méretű, alakú és elrendeződésű szerkezeti elemek közt kialakuló pórusok jellemzése, hisz a talaj szilárd, folyadék és gázfázisának arányát, ennek tér- és időbeli dinamizmusát elsősorban ez szabja meg. A „fabric” közvetlen vizsgálatára alkalmas módszerek közül az ultra-vékonyesizszolatok polarizált fény-mikroszkópos vizsgálata és a transzmissziós elektronmikroszkóp alkalmazása mellett bemutatják a korszerű scanning elektronmikroszkóp-technika ez irányú felhasználhatóságát és áttekintik a „fabric” kvantitatív jellemzésére irányuló törekvéseket is. Ez utóbbira annál is inkább szükség van, mivel a „fabric” genezisének (édesvizekben és sós vizekben történő ülepedésének) során, illetve különböző behatások (nyomás, tömörítés stb.) eredményeképpen abban bekövetkező változások pontosan csak így regisztrálhatók.

A 4. fejezetben a talajnedvesség problémájáról nyújtanak korszerű és szabatos összefoglalást a szerzők. A talaj nedvességtartalmával kapcsolatos fogalmak pontos definíciója után felsorolják és értékelik annak meghatározási módszereit (száritószekevényes, neutronszóródásos, γ -sugár gyengítési módszer, dielektromos-állandó mérése, stb.). Összefoglalják a talaj nedvességállapotának jellemzésére alkalmazott geometriai koncepció („kapilláris-cső” elmélet), illetve nedvességgpotenciál elmélet alapjait, a talajnedvesség összpotenciáljának komponenseit, rámutatnak azok termodinamikai összefüggéseire. Elemzik a talajok nedvességállapotának, vízgazdálkodási tulajdonságainak jellemzésére eredményesen felhasználható pF-görbék energetikai viszonyait; az adszorbeálás és deszorbeálás görbék közti különbséggként jelentkező hisztérezis okait. Bemutatják a pF-görbék meghatározására alkalmazható helyszíni és laboratóriumi módszereket

(tenzióméterek, termopáros-pszichrométerek, szívólapos, ill. nyomásmembrános készülékek), valamint közvetett eljárásokat (gipsz-blokkok elektromos vezetőképességének, porózus kerámia kúpok súlyváltozásának mérése), rámutatnak azok előnyeire, korlátaira, valamint a méréseket zavaró néhány tényezőre (bezárt levegő; hőmérséklet; száradás hatása; stb.). Végül néhány példán keresztül világítják meg a nedvességpontecial elmélet sokoldalú alkalmazhatóságát (pl. a talajvízszint terep-alatti mélységének előrejelzésére, duzzadási-zsugorodási folyamatok jellemzésére stb.).

Az 5. fejezet — logikusan és következetesen építve az előzőre — a talajban történő vízmozgás folyamatát igyekszik egzaktan megközelíteni. A vízzel telített (kótfázisú) talajrétegekben, illetve rétegezett talajszelvényekben végbemenő folyadékmozgás elemzése során a *Darcy-törvény*-ből indulnak ki a szerzők, elemzik a *Poiseuille-egyenletet* és ezek korlátainak bemutatásával jutnak el a *Kozeny-Carman* típusú összefüggésekig. Rámutatnak arra, hogy a vízmozgást ilyen esetben a folyadék tulajdonságai (viszkózitás, sűrűség, nyomás), a talajtulajdonságok (tortuozitás, porozitás, pórusméret-megoszlás, nedvességpotencial, „*fabric*”) és a szilárd-fázis — folyadékfázis kölcsönhatások (nedvesítési hő, ionkoncentráció, hidratáció mértéke stb.) befolyásolják elsősorban. Nehéz mechanikai összetételű, erősen hidratált (Na^+ -telített) talajban a szemcsék felületén, illetve a duzzadó agyagásványok táguló rétegrácsában megkötött vízre ható jelentős erők miatt az csak bizonyos hidraulikus gradiens hatására válik elmozdíthatóvá, tehát ilyen körülmények között a *Darcy-törvény*, valamint a *Kozeny-Carman* típusú összefüggések egyaránt csak korlátozottan érvényesek (a hidraulikus vezetőképesség nő a hatóerő gradiensével; a duzzadás eredményezte „porozitás”-növekedés ellenére a hidraulikus vezetőképesség nagy mértékben csökkenhet). A tapasztalt „anomáliákat” a „*fabric*” és a szilárd-fázis — folyadékfázis kölcsönhatások okozta tortuozitás változással magyarázzák.

A vízzel nem telített (háromfázisú) talajban végbemenő vízmozgást összefoglaló rész véleményünk szerint azért különösen értékes, mert abban nemcsak a kézikönyvekben már jól ismert általános törvényszerűségeket ismertetik a szerzők hanem a háromfázisú porózus rendszerekben történő folyadékmozgást leíró egyenleteket (unsaturated flow equation; diffúzió-egyenlet; *Boltzmann*-transzformáció) duzzadó rendszerekre is interpretálják. Ez lehetőséget nyújt a nehéz mechanikai összetételű talajokban történő folyadék-

mozgás egzakt leírására, a nedvességprofilok, illetve beázási frontok különböző körülmények hatására történő kialakulásának előrejelzésére. Jól egészíti ki ezt a részt a diffúzió folyamatának szabatos elemzése, továbbá a háromfázisú talaj hidraulikus vezetőképességének (k), illetve diffúziós koefficiensének (D) meghatározására szolgáló mérési és számítási módszerek összefoglalása és értékelése (k : beszívargásos módszer; kifolyási eljárás; számítás a pórusméret-megoszlásból; D : evaporációs oszlop; nedvességprofil-átrendeződés helyszíni vagy laboratóriumi regisztrálása).

A nehéz mechanikai összetételű szikes talajokban végbemenő folyadékmozgás értékeléséhez érdekes koncepciót és értékes adatokat nyújt a fejezet további része, só-agyag és duzzadás-vízmozgás kölcsönhatásnak, illetve a koncentráció-gradiens folyadékmozgásban betöltött szerepének elemzése. A fejezet végén a hőmérséklet-gradiens hatására végbemenő vízmozgás, illetve a beszívargás elméleti kérdései, valamint az azokat befolyásoló tényezők kerülnek megvitatásra.

A 6. fejezet az agyagtalajokban végbemenő térfogatváltozások problémakörét foglalja össze. A zsugorodás ismertetése során a szerzők részletesen értékelik az azt befolyásoló talajtulajdonságokat (nedvességtartalom, agyagtartalom, agyagásványfésülés, geológiai kialakulás módja, makro- és mikroszerkezet, pórusviszonyok stb.), leírják a zsugorodás során bekövetkező repedezés mechanizmusát. Ezután a duzzadás jelenségének, az azt befolyásoló talajtulajdonságoknak (agyagásvány összetétel, elrendezés és orientáció; kieseríthető kationok; pórusvízkoncentráció; agyagrészecskék összecementáltsága; stb.), a talajok duzzadási nyomásának ismertetése, illetve a duzzadás mechanizmusának elemzése következik. A talaj szabadföldön előforduló térfogatváltozásainak összefoglalása után a szerzők megállapítják, hogy annak megbízható előrejelzése ma még nem megoldott, mivel igen sok hatótényező kvantitatív ismeretét teszi szükségessé.

A könyv további fejezeteiben a szerzők az elsősorban geotechnikai és talajmechanikai szempontból fontos talajtulajdonságokkal foglalkoznak. E fejezetek felépítésében is következetesen érvényesül az a szabatos szerkezet, amely szerint az egyes fogalmak, jelenségek, állapotjelző paraméterek pontos definíciója után az elméleti megközelítés egzakt, többnyire matematikai módszereit, majd a mérés-technikai eljárásokat, végül az eredmények értékelésének, interpretációjának, gyakorlati felhasználásának lehetőségeit ismertetik. A 7. fejezetben az ülepedés, tömörödés és

komprimálás során fellépő különböző erők hatására a talajban bekövetkező állapotváltozásokat (alakváltozás, csúszás, konsolidáció stb.) foglalják össze és elemzik ezek kölcsönhatását a talaj makro- és mikroszerkezetével. A 8. fejezetben igen részletes áttekintést nyújtanak a talajok, illetve geológiai képződmények törési és folyási jelenségeinek leírását célzó különböző elméletekről (amelyek közül a *Mohr-Coulomb* elméletet tartják legmegfelelőbbnek), matematikai modellekről, a plasztikus és elasztikus anyagok deformációs görbéinek meghatározási módszereiről. A 9. fejezetben tulajdonképpen ezt a logikai irányvonalat terjesztik ki szemcsés felépítésű rendszerekre, szerkezetes talajokra. Áttekintést nyújtanak ezek sűrűlátsági tulajdonságairól (sűrűláts formái, sűrűlátsási tényező, sűrűlátsási szög), nyírósűrűlátságának tényezőiről. A 10. fejezetben a talaj kohéziós tulajdonságait foglalják össze, s különösen az azokat elsősorban befolyásoló pórus-nyomás viszonyokkal, nyírósűrűlátsági paraméterekkel, ezek mechanizmusával foglalkoznak részletesen és elemzik a talajszerkezet („fabric”, nedvességgpotenciál, anizotropia) ezirányú hatásait. Ebben a fejezetben nyújtanak értékelő áttekintést a nyírósűrűlátsági paraméterek, törési, folyási és plaszticitási indexek meghatározásának és interpretációjának módszereiről is.

A 11. fejezet az időszakos és állandó talajfagy néhány érdekes kérdését veti fel

és magyarázza. A fejezetben külön tárgyalják a szerzők a durvaszemcsés vázталajok, illetve a kolloidokban gazdag, nehéz mechanikai összetételű talajok fagyási folyamatait, kitérve a fagyott talajok nedvességgpotenciáljának, a fagyott talajokban végbemenő vízmozgásnak speciális kérdéseire, továbbá az ún. termikus erózió jelenségére.

A fejezeteket három részből álló függelék (a vízmolekulák szerkezete; kicserélhető kationok megoszlása a szilárd fázis felületén és rétegrácsai közt; talajfolyás és térfogatváltozás hatása a vízmozgásra), 230 irodalmi hivatkozást tartalmazó bibliográfia, név- és tárgymutató egészíti ki.

Összefoglalva megállapítható, hogy YONG és WARKENTIN igényes munkáját a geotechnikai és talajmechanikai szakemberek kívül igen eredményesen használhatják a talajtan, talajfizika, talajmineralógia és mezőgazdasági vízgazdálkodás tudományterületének művelői is, s annak logikus és következetes szemléletét nemcsak közvetlenül, hanem közvetve is hasznosíthatják tevékenységükben.

VÁRALLYAY GYÖRGY
és PÁRTAY GÉZA

MTA Talajtani és Agrokémiai
Kutató Intézete, Budapest

Érkezett: 1976. május 11.